

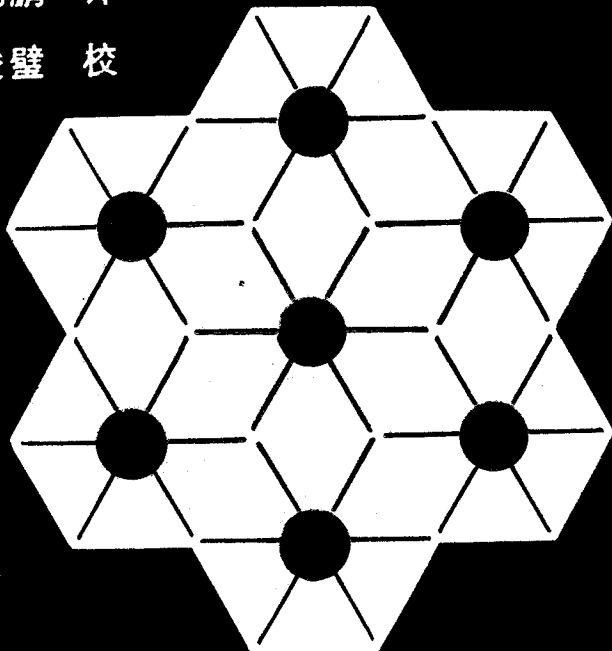
蜂窝式通信入门

——新的移动电话系统

[美] 斯坦·普伦蒂斯 著

丁锡鹏 译

陈俊璧 校



西安电子科技大学出版社

INTRODUCING
CELLULAR COMMUNICATIONS
THE NEW MOBILE
TELEPHONE SYSTEM
STAN PRENTISS(1984)

内 容 简 介

本书是蜂窝式移动通信技术的一本入门书。

全书共分六章。前三章介绍蜂窝式移动通信系统的基本概念和有关美国 AMPS(先进移动电话系统)的规范。后三章介绍了几种实际使用的通信设备及维护系统所用的测试设备和程序。在第五章介绍了美国通用电气公司(GE)提出的民用无线电话的建议。

本书可供从事蜂窝式移动通信的技术人员以及大专院校学生、研究生、教师参考。

蜂窝式通信入门
——新的移动电话系统

[美] 斯坦·普伦蒂斯 著
丁锡鹏 译 陈俊璧 校

西安电子科技大学出版社出版发行
西安电子科技大学印刷厂印刷
新华书店经销

开本 787×1092 1/32 印张 9 4/32 字数 188 千字
1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷 印数 1—1400

ISBN 7-5606-0087-5/TN·0031

定价: 1.85 元

序

蜂窝式移动通信是 20 世纪 80 年代兴起的一种十分复杂的新式移动通信系统。它是在数字程控交换技术、数据通信技术、频谱复用技术、大规模集成电路技术等基础上发展起来的一种灵活、有效、经济、使用方便的通信系统。80 年代以来,世界上大型电子企业都投入巨额资金和大量人力参加这一技术的开发和竞争。这是因为这一技术展现出巨大的市场前景。我国近几年也已开始建立和开发这种通信业务。为适应广大技术人员和人才培养的需要,我们翻译了此书。

本书首先介绍了蜂窝式移动通信发展及其规范形成的过程,接着叙述了这种系统的基本概念和组成。回答了什么是蜂窝式移动通信系统,为什么要使用这种系统的问题。

在第二章中介绍了陆地和卫星蜂窝式移动通信系统的系统设计、频率分配、话务量分析等问题。

第三章详细地按通信过程解释了由美国联邦通信委员会(FCC)批准的 AMPS(高级移动电话业务)的规范。这种叙述方法比较规范,书中的描述易于理解。这里需要说明的是 AMPS 是由美国贝尔实验室研制成的。以后各国分别制定了本国的标准。英国的 TACS 就是在 AMPS 基础上改进而成的。我国电信主管部门已决定在 800MHz 频段选用 TACS 制式。TACS 与 AMPS 的主要差别是:信道间隔由 30kHz 减少到 25kHz;信令的传送速率 TACS 为 10kbps, AMPS 为 8kbps;信令重发次数由 5 次减少为 3 次;此外,话音峰值频

偏也略有不同。读者可以从有关部门获得这些标准。为了使读者能够了解各种制式的异同，我们将英国 Racal Research Limited 的一个研究结果作为附录给出。

本书第四章介绍了几个厂家的产品。近几年来各公司推出了功能更强、体积更小、重量更轻、使用更方便的产品。竞争主要是在手持机上。在技术方面，使用五片大规模集成电路的手持机已经出现。今后几年内将会推出三片集成电路的手持机，因而一般手持机价格高于车台价格。

本书是 1984 年底出版的，书中尚未涉及全数字蜂窝式移动通信系统。在欧洲，泛欧移动通信系统已确定采用全数字式移动通信体制。这样做的好处是将进一步提高系统性能，降低产品价格。数字式系统采用 16kbps 话音编码速率，它的质量可以达到六位 PCM 质量(8kHz 取样速率)以上，能传送 2400bps 的数据，并能承受较大的信道误码，为向 ISDN 方向发展提供了可能。有关建议即将在 CCITT 通过。有兴趣的读者可阅读有关资料。

1985 年我国开始引进蜂窝式移动通信系统时，有关部门都希望能提供一本比较实际的人门书。所以在引进谈判中我们从有关公司得到这本书后立即进行了翻译。它在当时是第一本叙述这种系统的书。后因种种原因未能很快与读者见面。最近得到西安电子科技大学出版社的大力支持，终将此书出版，为此我们深表感谢。到目前为止这仍是一本有价值的参考书。

由于译者水平所限，加之很多术语目前尚无标准译法，译文不妥之处敬请读者批评指正。

译者 1988.3

引 言

令人印象深刻的是，本书既是有点复杂而又非常新颖的通信系统的入门书，又是一份先进的技术资料/讨论，当这系统充分运行时，它的投资者将成为诺克斯堡^①的真正伙伴。

一边漫游大地，同时与实际上全世界的任何地方任何人进行私人的、公开的和业务上的谈话，这一设想使大多数想象黯然失色。幸而这种概念非常现实，一些蜂窝式无线电系统已经在芝加哥、华盛顿-巴尔的摩、也许还有北卡罗莱纳州运行了。稍后，还将有两个系统能使你在全美国的90个主要城市旅行时，到处都得到服务，一个是电话式公司的有线系统，另一个是非电话式的，称为无线系统。在乡村地区，美国国家航空和航天局(NASA)想接办蜂窝式配置系统，使远在那里的一些地方可以通过卫星同样利用所有其它系统。

不论最后成果如何，它只不过是通信蓬勃发展的又一支，它能把我们大家最终联合到一个世界里，或者至少把英语和西班牙语区域比现在少扩大一点。当我们能自由地用这些系统谈话时，也许果子面包而不是炸弹会成为国际性话题。总之，现在所说的话完全是关于移动电台的，诸如MTSO(移动通信交换局)和蜂窝小区、越区转接和SMSA

^① 诺克斯堡是位于肯塔基州的美国国家金库——译者

(标准都市统计区)等术语将被你们很愉快地接受。

如果你受好奇心所驱使——几百万人很快会这样——那就好好读这本书，你会发现你下次晚餐的话题全是关于什么。蜂窝式无线电已经真正到来了。

本书提供了美国联邦通信委员会(FCC)最初批准的系统的最新信息，介绍了全部有关系统和用户统计数据，现有的无线电通信设备，卫星载体的计划，甚至还提供了通用电气公司正研制的准蜂窝式系统，该系统将开发 900MHz 的调频业务，耗资接近于 70 年代期间民用波段无线电的费用。

本书包含了所有的联邦技术规格，讨论了诸如小区台站、越区转接、监视音频音(SAT)、卡利曲线、业务量分析、扇形区方向性天线、移动卫星(MSAT)试验、反向话音信道以及移动台/固定台兼容性等新的基本概念，瑞典已经研制出了阿纳孔达-爱立克逊(Anaconda-Ericsson)系统，并已在欧洲用 450MHz 工作几年了。

通过本书，你会了解到，美国的系统是 666 条信道，90 个较重要的城市，都批准各有一个有线的和一个无线的蜂窝式系统。你还会了解到美国国家航空和航天局正试图将新兴城市的系统纳入卫星通信体系，把剩下的任何地域都联系起来。

然后，你会发现，开始时要用 2500 到 3000 美元购买这样一部昂贵的移动台；并且若你是通话频繁的人，还要加上每月多达 170 美元的经常费。但在几年之内，价格就会变得适中，预计到 1990 年，这样的移动台和手持机的价格会低于 1000 美元，至少这是当前的预测。不论怎样说，蜂窝式无线电系统确能为任何在家或出门的人，不分昼夜，只要有

小区台站或可供通话的对方移动台的地方，都能开通国际性的电话服务。

目 录

引言

第一章 蜂窝式通信及其产生缘起

§ 1.1 一个行业的诞生	2
1.1.1 新的方案	3
1.1.2 FCC 的规定	4
1.1.3 共享的利益	5
1.1.4 移动台的价格	6
1.1.5 建议进行的业务和质量	7
§ 1.2 系统概念	9
1.2.1 小区台站	10
1.2.2 本区移动台和漫游台	15
1.2.3 寻呼和接续	16
1.2.4 接收和应答过程	17
1.2.5 移动电话交换局	18
§ 1.3 AMPS 小区	22
1.3.1 小区的组成	23
1.3.2 通话信道	26
1.3.3 收发信机	26
1.3.4 天线	27

第二章 地面和卫星蜂窝式移动通信诸公司

§ 2.1 芝加哥的 AMPS 公司	33
2.1.1 系统设计和配置	33

2.1.2	基地台	38
2.1.3	通话动作	39
2.1.4	分配频率的期限	40
§ 2.2	布法罗的西联公司(WU)	41
2.2.1	系统设计和配置	44
2.2.2	卡利曲线	49
2.2.3	话务量分析	51
§ 2.3	国家航空和航天局(NASA)	54
2.3.1	FCC 态度缓和	54
2.3.2	系统设计和配置	57
2.3.3	用户市场	67

第三章 有关的规范

§ 3.1	对辐射的限制	72
§ 3.2	固定 / 基地台发射机	73
§ 3.3	固定 / 基地台接收机	74
§ 3.4	移动台发射机和接收机	75
3.4.1	标志	76
3.4.2	台站类别标记(SCM)	78
3.4.3	其他存贮器和存贮状态	78
3.4.4	监视音频信号音(SAT)	80
§ 3.5	移动台的通话处理	81
3.5.1	呼叫	81
3.5.2	接收	81
3.5.3	开销信息	83
3.5.4	信道确认	84
3.5.5	业务申请	85

3.5.6 等待应答	87
3.5.7 通话	88
3.5.8 释放	89
§ 3.6 信令格式	90
3.6.1 反向控制信道(RECC)	90
3.6.2 反向话音信道(RVC)	95
3.6.3 前向控制信道(FOCC)	97
3.6.4 前向话音信道(FVC)	112
§ 3.7 定义	114
第四章 现有系统和设备	
§ 4.1 莫托洛拉的 DYNA T · A · C	122
4.1.1 移动电子交换机	123
4.1.2 基地台设备	130
4.1.3 移动台和便携台	134
§ 4.2 OKI公司的控制单元和收发信机	139
4.2.1 收发信机的发射机部分	140
4.2.2 收发信机的接收机部分	145
4.2.3 控制单元	147
4.2.4 接口	150
§ 4.3 阿纳孔达-爱立克逊系统	152
4.3.1 CMS 8800 系统	152
4.3.2 漫游	153
4.3.3 基地台	155
§ 4.4 通用电气公司和北方电信公司的系统	157
4.4.1 模块性	159
4.4.2 小区台站控制器(CSC)	160

4.4.3	系统操作	162
4.4.4	系统功能	165
4.4.5	固定的和移动的无线电台	171
4.4.6	中继式移动无线电台	174
§ 4.5	ITT 的 CELLTREX 系统	175
§ 4.6	E.F.约翰逊公司的设备	176
§ 4.7	富士通公司的 AVM 系统	178

第五章 通用电气公司对民用波段电话的建议

§ 5.1	用户市场	182
5.1.1	意见调查研究	182
5.1.2	价格	183
§ 5.2	PSTN 的互接	184
§ 5.3	系统操作	185
5.3.1	仅接力台有许可证	189
5.3.2	标准	189
5.3.3	发射机自动识别系统	190
5.3.4	信令	191
5.3.5	接力台	198
5.3.6	功率缩减和控制	199
§ 5.4	建议的参数	199
§ 5.5	信令格式	202
5.5.1	指令消息格式	202
5.5.2	消息帧格式	203
5.5.3	指令消息索引	208

第六章 测试内容和测试设备

§ 6.1	测量设备综述	221
-------	--------------	-----

6.1.1 示波器	221
6.1.2 时基	223
6.1.3 频谱分析仪	230
6.1.4 一台现代化的分析仪	232
§ 6.2 莫托洛拉公司的诊断设备	244
6.2.1 台站控制处理机	245
6.2.2 用测试移动台改进误差检测	248
§ 6.3 各种电子附件	248
附录 几种蜂窝式移动无线电系统的比较	253
名词索引	265

第 一 章

蜂窝式通信及其产生缘起

移动无线电通信实际上开始于 1921 年，当时底特律的警察局启用了 2MHz 的试验系统。当今，在 30MHz 和 500MHz 之间，有 40MHz 以上的频谱已由美国联邦通信委员会(FCC)分配给各类用户。而现在仅蜂窝式通信一项，FCC 就把 825~845MHz 之间和 870~890MHz 之间共 40MHz 的频谱分配给有线和无线系统供申请使用。从这样的频谱分配量可以看到这种新的通信手段将会变得何等重要。并且，除了 27MHz 附近的 40 条民用波段无线电信道之外，在 900MHz 附近又申请准蜂窝式民用通信波段，已由 FCC 公布以征求反应和意见。

直到 20 世纪 60 年代中期，移动无线电业务全是按键讲话式的，亦即是人工操作的。但在 1964 年，一种工作于 150MHz、称为 MJ 的自动信道选择系统投入使用。此后，用户只须拨到它们所要的任一个特定号码即可通信。后来，到 1969 年，又在“改进型移动电话系统(IMTS)”中安装了 450MHz 的 MK 系统，此系统为现用移动通信业务规定了现行标准。

目前，移动电话业务要求地面发射机设于高地，或用架高的天线塔，其输出功率约 250W，经天线增益后，使有效

辐射功率(ERP)倍增至 500W。这种地面台的覆盖范围可达 32 到 40km。但与位于这范围外相当远处的电台仍常有频率干扰。这显然限制了可工作的发射台数以及允许这些台工作的频率数目。因此, 这样的移动台及其基地台比较昂贵, 超过标准电话费用达 15 到 20 倍。这自然使移动通信成为奢侈设备, 而且因频谱有限, 只能供少数为要高效率通信而愿花相当大代价的那类用户使用。

在 1949 年, 建立了一些公共无线电话公司, 以便提供能与诸如贝尔系统等有线电话公司相竞争的同样业务。到 1977 年为止, 有 1351 家贝尔系统的和独立的有线电话公司及 1375 家公共无线电话公司。1982 年底, FCC 的名单上有 2481 家有线电台(呼号)和 2574 家无线电台。在短短五年时间内, 这些数字几乎增加一倍, 并且随着业务需求的扩大, 这数字还将继续增长。然而, 可用的频谱, 从而能容纳的用户数毕竟有限, 于是蜂窝式通信应运而生。

§ 1.1 一个行业的诞生

1974 年, FCC 腾出了超高频频谱中 806 到 947MHz 之间的 70 到 83 电视频道和其他若干频段。前 40MHz 分配给了有线电信公司, 另 30MHz 分配给增加的私人用户。其余则留备将来需要时分配。但在 1975 年, FCC 修改了原先的决定, 将 40MHz 开放, 分配给“任何有资格的电信公司”。

现在可供移动通信用的频谱总共有 115MHz。于是蜂窝式通信的规划(早在 1947 年已经开了头)真正地开始了, 但是它与通常的移动无线电通信是有某些重大差别的。

1.1.1 新的方案

当然，仍要有移动电台和手持机以及作为主接收机的地面台，但总服务区域可分为频谱可重复使用的小区(Cell)，小区使用的功率较小而实际上覆盖着较宽广的分布区域。这已通过自动越区转接系统和多信道选择装置以及自动信号取样来实现。因为当移动中的汽车迅速改变位置时，如果能从一个小区走进另一小区而通话不中断，那将是极为有利的。越区转接恰能实现这个要求。因此，在大的蜂窝小区内，用全向天线以覆盖较大的地区；在接近的小区，用定向天线，以便把这些小区再分成多至三个部分，从而降低共信道干扰及提高系统总效率。这个办法能在扩展系统时增大灵活性，同时仍可满足开始时对小系统的要求。

涉及的另一个因素是全国范围的兼容性问题。因 FCC 和电子工业协会(EIA)的技术规格要求收发信机都在一定的技术规格范围内工作，而且都有相同的输出，只有采取某些办法才能取得这样的结果。因此，一个移动台应该听起来和另一个台一样地好，并且应能在美国的任何类似的蜂窝式系统中工作而不需作微小的改动。所以，标准化(在这方面，从前的许多通信系统极不一致)就成了全国性的要求，它必须在法律上和电子技术方面得到 FCC 的型号认可并满足商用的要求。这样，那些能够制造合格的蜂窝式通信用收发信机的厂家，不论它们是国内的还是国际的先行者，在市场上都有了均等的机会。

1.1.2 FCC 的规定

1981年4月9日，FCC批准了蜂窝式移动电话无线业务的设想，1982年12月8日，它宣布了纽约州布法罗市建立“高级移动电话业务(AMPS，今后你将更多地听到这个名词)公司”的批准书。AMPS是美国电话电报公司(AT&T)的独资子公司。这一申请批准之前，在11月份已经批准了芝加哥、匹兹堡和波士顿市的类似的AMPS有线系统。从历史上说，这就树立了一个先例，于是首批的30个、60个以至90个其它城市，可望接踵而来。无线业务(与电话公司不同)的批准需时最长，因为在FCC下定进一步的分配决心之前，要先听取意见进行比较的。

迄今为止，已有52个有线、142个无线的申请人(共计194个)为首批30个城市提出了申请，跟着又有约396家公司为第二批30个城市(31到60)报批。第三批(61到90)定于1983年3月8日提出申请，公司数总计为567家，因为这些都是比较小的城市，小区台站较为简易，故需要的装备比较便宜。最后，到1983年12月1日，全美国任何人都可以向FCC提出申请，申请书发往联邦通信委员会秘书处222室，华盛顿DC 20554，N.W.，M街1919号。所有申请者均需遵守90 FCC 82-466，47 Fed.Reg.32 537 和 FCC 82-566 或 89 FCC 2nd 58，47 Fed.Reg.10 018(1982)和印件2973的规定及一切修订条文。

除新英格兰州有一个内市区(NECMA)限制外，蜂窝式地理业务区(CGSA)不应扩展到标准都市统计区(SMSA)的边界之外，除非这种扩展是最低限度或者是不包括“另一中

心 SMSA 之内的地区”。如果你想作更深入的了解诸如“中心的”、“最低限度”等术语，在 1982 年 3 月 24 日 FCC 的公告中有它的解释。开始提出申请的手续载于 1982 年 3 月 24 日的 FCC 印件 2973 和 89FCC 2nd58, 47Fed.Reg. 10 018(1982)。对此有兴趣者还可查阅 1982 年 11 月 1 日电信公司管理局的最新规定。当然，时至今日，主要的文件都已制定，大多数申请或者已批准，或者被否定。所以我在这里引述历史主要是为了提供资料。不管怎样，蜂窝式地理服务区的申请将以 1:250 000 的比例尺画在一种或几种美国地理测量图上。每个蜂窝小区的比例尺、经纬度、蜂窝式地理服务区边界、基站址和 39dBu 轮廓(以及小区的号码和/或其他标志)均应清晰地标出。对基本条件而言，连接小区台站的微波线路不一定包括在内。

1.1.3 共享的利益

与微波和光纤相比较，即使现在地面电话线路也是 AMPS 和其他通常被称为独立公司的非电话公司之间的主要分配者和/或平衡者。无线电/电视广播公司及通信行业中的其他集团正在冒风险与蜂窝式通信的先驱者们合作，一旦业务及其设备臻于成熟，它们就会得到可观的报偿。高大的广播塔天然适用于微波抛物面天线和各种文电的收发，而需增的附加费用极少。且在非工作时间传输大量数据较之常规方法有相当大的节约这种前景，会使新闻和财经单位成为大多数(即使不是全部)蜂窝式通信企业的亲密伙伴。所以 FCC 对所有的城市地区明智地规定将两团体共管的业务分开，其重大目的和结局已经显而易见了。